

JP-A 4-2170

#### Description of the Preferred Embodiment

The method of an embodiment of the present invention will now be described below in detail.

The temperature compensation method for span voltage of the invention applies for a pressure sensor of Fig. 2. This pressure sensor is provided with a pressure sensor device 1 and an operational amplifier 2 as described above. The pressure sensor device 1 outputs span voltage ( $V_{span}$ ) having neative temperature coefficient. The operational amplifier 2 is comprised of a combined resistance  $R_x$  of a thick film resistor  $R_a$  and a diffused resistor  $R_b$  as a negative feedback resistor  $R_f$ . The combined resistance  $R_x$  has positive temperature coefficient  $(1 + \alpha' T)$  as shown in the formula 4, as described above, it is necessary for temperature compensation for span voltage ( $V_{span}$ ) that the formula of temperature coefficient ( $\alpha'$ ) of the pressure sensor device 1 = temperature coefficient ( $\beta$ ) of the combined resistance  $R_x$  holds.

Then, in the present invention, every manufacturing lots of the semiconductor diffused resistor type pressure sensor, a preceding estimate of temperature characteristic of the resistor  $R_b$  is made to calculate resistance value ( $r_b$ ) and temperature coefficient ( $\alpha$ ) of the resistor  $R_b$ , and then resistance value ( $r_a$ ) of the resistor  $R_a$  is determined so that temperature coefficient ( $\alpha'$ ) of the combined resistance  $R_x$  correspond to temperature coefficient ( $\beta$ ) of span voltage

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(Vspan) based on resistance value (rb) and temperature coefficient ( $\alpha$ ) of the resistor Rb.

Since such preceding estimate is made every manufacturing lots of the semiconductor diffused resistor type pressure sensor, optimum temperature compensation become possible every manufacturing lots.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑬ 日本国特許庁(JP)

⑭ 特許出願公開

⑯ 公開特許公報(A) 平4-2170 (2)

⑮ Int. Cl.<sup>3</sup>H 01 L 29/84  
G 01 L 9/04  
19/04

識別記号

1 0 1

庁内整理番号

B 2104-4M  
9009-2F  
9009-2F

⑰ 公開 平成4年(1992)1月7日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑱ 発明の名称 半導体拡散抵抗形圧力センサにおけるスパン電圧温度補償方法

⑲ 特 願 平2-102714

⑳ 出 願 平2(1990)4月18日

㉑ 発 明 者 永 津 啓 二 兵庫県川西市久代3丁目13番21号 株式会社ケーディーエル内

㉒ 発 明 者 水 野 倫 博 兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社北伊丹製作所内

㉓ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

㉔ 代 理 人 弁理士 大岩 増雄 外2名

センサの温度特性とオペアンプの帰還抵抗の温度特性とのモデル

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

半導体拡散抵抗形圧力センサにおけるスパン電圧温度補償方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 圧力センサ素子と、オペレーショナルアンプとを備え、圧力センサ素子は、負の温度係数を有するスパン電圧を出力するものであり、オペレーショナルアンプは、負帰還抵抗を具備し、該負帰還抵抗は、厚膜抵抗と拡散抵抗との合成抵抗で構成されており、該合成抵抗は、正の温度係数を有してなる半導体拡散抵抗形圧力センサにおいて、

該半導体圧力センサの製造ロット毎に、前記拡散抵抗の温度特性の先行評価を行って該拡散抵抗の抵抗値と温度係数とを算出するとともに、この拡散抵抗の抵抗値と温度係数とから、前記合成抵抗の温度係数が、前記スパン電圧の温度係数に対応したものとなるように、厚膜抵抗の抵抗値を決定することを特徴とする半導体拡散抵抗形圧力センサにおけるスパン電圧温度補償方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## (産業上の利用分野)

本発明は、半導体拡散抵抗形圧力センサにおけるスパン電圧温度補償方法に関する。

## (従来の技術)

半導体拡散抵抗形圧力センサとして、第1図に示すものがある。この圧力センサは、圧力センサ素子1と、オペレーショナルアンプ2とを有している。

圧力センサ素子1は、構造的には、シリコン単結晶基板の裏面を感圧ダイアフラム面として、該表面に拡散抵抗をブリッジ形に形成し、その裏面に加わる圧力によってその基板を歪ませてその拡散抵抗の抵抗値を変化させ、この変化に対応したスパン電圧( $V_{span}$ )を出力することができるものであり、電気等価回路的には、第1図のように抵抗 $R_1 \sim R_4$ によりホイストンブリッジに構成されている。ここで、スパン電圧( $V_{span}$ )とは、圧力が印加されたときの出力電圧( $V_o$ )から、圧力が印加されないときの出力電圧( $V_o$ )、す

なわちオフセット電圧( $V_{off}$ )を差し引いた電圧のことである。

オペレーショナルアンプ2は、差動増幅回路AMP、入力抵抗 $R_s$ 、および負帰還抵抗 $R_f$ を有している。

このような圧力センサにおいて、スパン電圧( $V_{span}$ )は、次式①であらわされる。

$$V_{span} = K_o \cdot V_b \cdot \{ P / (1 + \beta T) \} \quad \dots ①$$

ここで、 $K_o$ は定数、 $V_b$ は圧力センサ素子1に加えられるブリッジ電圧、 $P$ は圧力センサ素子1に加わる圧力、 $\beta$ は圧力センサ素子1の温度係数、 $T$ は圧力センサ素子1の周囲温度である。

上記式①に基づくスパン電圧( $V_{span}$ )の温度特性を第3図に示している。第3図において、横軸は温度( $T$ °C)であり、縦軸はスパン電圧( $V_{span}$ )である。この第3図の温度特性から明らかに、スパン電圧( $V_{span}$ )は負の温度係数を有している。

したがって、このような負の温度係数を有する

①

式①から明らかなように、スパン電圧( $V_{span}$ )の温度補償を行って圧力センサそのものが温度変化の影響を受けることなく圧力を検知できるようにするには、圧力センサ素子1の負の温度係数( $1 + \beta T$ )を、オペレーショナルアンプ2の負帰還抵抗 $R_f$ の正の温度係数( $1 + \alpha T$ )で打ち消す、つまり $\beta = \alpha$ であるといことになる。

その打ち消しを行うために、第2図に示されるような圧力センサが既に提案されている。

第2図の圧力センサにおいては、オペレーショナルアンプ2の負帰還抵抗 $R_f$ を、厚膜抵抗 $R_a$ と、拡散抵抗 $R_b$ との合成抵抗 $R_x$ で構成している。この厚膜抵抗 $R_a$ は、抵抗値が固定のものであり、拡散抵抗 $R_b$ はオペレーショナルアンプ2の差動増幅回路AMPと同一の半導体基板において形成されたものである。

この厚膜抵抗 $R_a$ と拡散抵抗 $R_b$ との合成抵抗 $R_x$ の抵抗値( $r_x$ )は次式②であらわされる。

$$r_x = 1 / \{ (1 / r_a) + (1 / r_b) \} \quad \dots ②$$

スパン電圧( $V_{span}$ )に対し、周囲温度の変化の影響を受けることなく、圧力センサが圧力を精度良く検知できるように、その温度補償を行うには、式①の分母における( $1 + \beta T$ )を打ち消すといことになる。

ここで、オペレーショナルアンプ2のゲイン( $A$ )は次式③であらわされる。

$$A = r_f / r_s = r_{fo} (1 + \alpha T) / r_s \quad \dots ③$$

ただし、 $r_f = r_{fo} (1 + \alpha T)$ であって、 $r_f$ は負帰還抵抗 $R_f$ の抵抗値、 $r_s$ は入力抵抗 $R_s$ の抵抗値、 $r_{fo}$ は負帰還抵抗 $R_f$ の周囲温度25°Cにおける抵抗値、 $\alpha$ は負帰還抵抗 $R_f$ の温度係数、 $T$ は周囲温度である。

したがって、式①および③からスパン電圧( $V_{span}$ )は、オペレーショナルアンプ2で増幅される結果、次式④の増幅電圧( $V$ )になる。

$$\begin{aligned} V &= V_{span} \cdot A \\ &= K_o \cdot V_b \cdot \{ P / (1 + \beta T) \} \\ &\quad \times \{ R_{fo} (1 + \alpha T) / R_s \} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= a r_{bo} (1 + \alpha T) / (1 + \alpha + \alpha T) \\ &= r_{xo} (1 + \alpha' T) \end{aligned} \quad \dots ④$$

ここで、 $r_a = a \cdot r_{bo}$ 、

$$r_b = r_{bo} (1 + \alpha T)$$

$r_a$ は厚膜抵抗 $R_a$ の抵抗値、 $r_b$ は拡散抵抗 $R_b$ の抵抗値、 $a$ は定数、 $r_{bo}$ は拡散抵抗 $R_b$ の特定温度25°Cでの抵抗値、 $\alpha$ は拡散抵抗 $R_b$ の温度係数、 $r_x$ は合成抵抗 $R_x$ の抵抗値、 $r_{xo}$ は合成抵抗 $R_x$ の特定温度25°Cでの抵抗値、 $\alpha'$ は合成抵抗 $R_x$ の温度係数である。

上記式④において、厚膜抵抗 $R_a$ 、拡散抵抗 $R_b$ 、および合成抵抗 $R_x$ それぞれの温度特性を第4図に示している。第4図において、横軸は温度(°C)、縦軸は各抵抗の抵抗値である。そして、第4図中の $R_a$ は厚膜抵抗 $R_a$ の温度特性、 $R_b$ は拡散抵抗 $R_b$ の温度特性、 $R_x$ は合成抵抗 $R_x$ の温度特性を、それぞれ、示している。

第3図のスパン電圧( $V_{span}$ )の温度特性と、第4図の合成抵抗 $R_x$ の温度特性とから明らかな

ように、スパン電圧 ( $V_{spa}$ ) の温度補償を行うには、 $\beta = \alpha'$  であるとよいことになる。

そこで、従来から、 $\beta$  が既知であること、拡散抵抗  $R_b$  の抵抗値  $r_b = r_{b0} (1 + \alpha' T)$  も既知であることから、 $\beta = \alpha'$  となるような  $\alpha$  の値を求めて厚膜抵抗  $R_a$  の抵抗値  $r_a (= \alpha \cdot r_b)$  を算出したうえで、厚膜抵抗  $R_a$  の抵抗値をその算出に従ったものとして、スパン電圧 ( $V_{spa}$ ) の温度補償を行っていた。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、厚膜抵抗  $R_a$  の抵抗値は固定値であることから、オペレーショナルアンプ2の拡散抵抗  $R_b$  の抵抗値が変化した場合では、スパン電圧 ( $V_{spa}$ ) の最適な温度補償を行うことができない。

本発明は、拡散抵抗の抵抗値が変化しても、スパン電圧に対する最適な温度補償を行うことができるようにすることを目的としている。

(課題を解決するための手段)

このような目的を達成するために、本発明の半

導体拡散抵抗形圧力センサにおけるスパン電圧温度補償方法においては、圧力センサ素子と、オペレーショナルアンプとを備え、圧力センサ素子は、負の温度係数を有するスパン電圧を出力するものであり、オペレーショナルアンプは、負温度抵抗を具備し、該負温度抵抗は、厚膜抵抗と拡散抵抗との合成抵抗で構成されており、該合成抵抗は、正の温度係数を有してなる半導体拡散抵抗形圧力センサにおいて、

該半導体圧力センサの製造ロット毎に、前記拡散抵抗の温度特性の先行評価を行って該拡散抵抗の抵抗値と温度係数とを算出するとともに、この拡散抵抗の抵抗値と温度係数とから、前記合成抵抗の温度係数が、前記スパン電圧の温度係数に対応したものとなるように、厚膜抵抗の抵抗値を決定することを特徴としている。

(作用)

上記においては、半導体圧力センサの製造ロット毎に、拡散抵抗の温度特性の先行評価を行って該拡散抵抗の抵抗値と温度係数とを算出するとと

もに、この拡散抵抗の抵抗値と温度係数とから、前記合成抵抗の温度係数が、前記スパン電圧の温度係数に対応したものとなるように、厚膜抵抗の抵抗値を決定するから、拡散抵抗の抵抗値が変化しても、製造ロット単位では、厚膜抵抗の抵抗値を、その拡散抵抗の抵抗値の変化に対応設定できるから、拡散抵抗の抵抗値変化に対するスパン電圧の温度補償に対する誤差を小さく抑え、高精度での温度補償が可能となる。

(実施例)

以下、本発明の実施例の方法を詳細に説明する。

本発明のスパン電圧温度補償方法においては、第2図の圧力センサに適用するものである。この圧力センサは、前述のように、圧力センサ素子1と、オペレーショナルアンプ2とを備えている。圧力センサ素子1は、負の温度係数を有するスパン電圧 ( $V_{spa}$ ) を出力する。オペレーショナルアンプ2は、負温度抵抗  $R_f$  として、厚膜抵抗  $R_a$  と拡散抵抗  $R_b$  との合成抵抗  $R_x$  で構成されている。合成抵抗  $R_x$  は、上記式④のように、正の

温度係数 ( $1 + \alpha' T$ ) を有しており、前述のように、スパン電圧 ( $V_{spa}$ ) に対する温度補償は、圧力センサ素子1の温度係数 ( $\beta$ ) = 合成抵抗  $R_x$  の温度係数 ( $\alpha'$ ) が成立するとよいことになる。

そして、本発明においては、半導体拡散抵抗形圧力センサの製造ロット毎に、拡散抵抗  $R_b$  の温度特性の先行評価を行って該拡散抵抗  $R_b$  の抵抗値 ( $r_b$ ) と温度係数 ( $\alpha$ ) とを算出するとともに、この拡散抵抗  $R_b$  の抵抗値 ( $r_b$ ) と温度係数 ( $\alpha$ ) とから、前記合成抵抗  $R_x$  の温度係数 ( $\alpha'$ ) が、スパン電圧 ( $V_{spa}$ ) の温度係数 ( $\beta$ ) に対応したものとなるように、厚膜抵抗 ( $R_a$ ) の抵抗値 ( $r_a$ ) を決定するようにしている。

このような先行評価は半導体拡散抵抗形圧力センサの製造ロット毎に行うから、各製造ロット毎に最適な温度補償が可能となる。

(発明の効果)

以上説明したことから明らかなように本発明によれば、半導体圧力センサの製造ロット毎に、拡

数抵抗の温度特性の先行評価を行って該拡散抵抗の抵抗値と温度係数とを算出し、この拡散抵抗の抵抗値と温度係数とから、前記合成抵抗の温度係数が前記スパン電圧の温度係数に対応したものとなるように、厚膜抵抗の抵抗値を決定するようにしたから、拡散抵抗の抵抗値が変化しても、製造ロット単位では、厚膜抵抗の抵抗値を、その拡散抵抗の抵抗値の変化に対応設定でき、結果として、拡散抵抗の抵抗値変化に対するスパン電圧の温度補償に対する誤差を小さく抑え、高精度で最適な温度補償を行うことが可能となる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は圧力センサの回路図、第2図はスパン電圧の温度補償を施してある従来の圧力センサの回路図、第3図は温度に対するスパン電圧の温度特性を示す図、第4図は温度に対する厚膜抵抗、拡散抵抗、および合成抵抗それぞれの温度特性を示す図である。

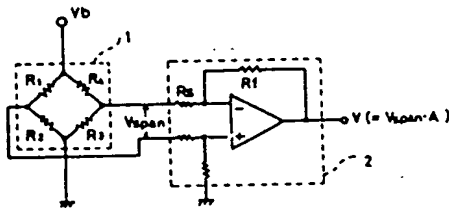
1…圧力センサ素子、2…オペレーショナルアンプ、 $R_a$ …厚膜抵抗、 $R_b$ …拡散抵抗、 $R_x$ …

合成抵抗。

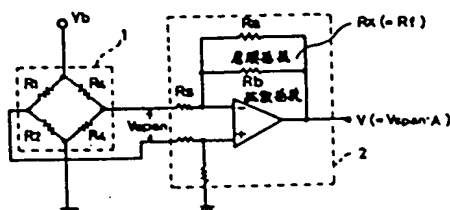
図中、同一符号は同一ないしは相当部分を示す。

代理人 大 宮 増 雄

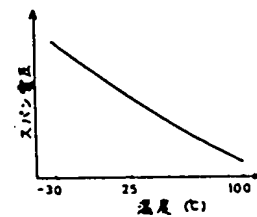
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

